

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-247135

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

H04L 7/033

H03L 7/113

(21)Application number : 08-050129

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 07.03.1996

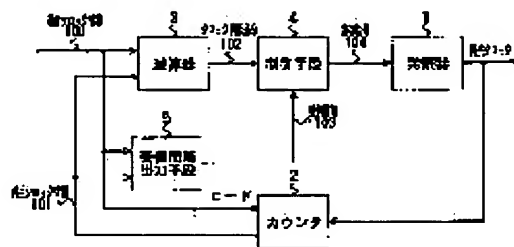
(72)Inventor : HONMA HIROSHI

## (54) CLOCK RECOVERY DEVICE AND CLOCK RECOVERY METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the clock recovery device in which clock recovery is conducted through optimized frequency control at all times regardless of a reception interval of transmission clock information by detecting the reception interval of transmission clock information and controlling the frequency of a recovery clock through the use of the interval.

**SOLUTION:** A counter 2 is operated by a recovery clock from an oscillator 1 and outputs the count as recovery clock information 101. A subtractor 3 receives transmission clock information 100 and detects a difference between the transmission clock information 100 and the recovered clock information 101 outputted from the counter 2 and outputs a detected clock information difference 102. A control means 4 outputs a control signal 104 controlling the recovered clock frequency of the oscillator 1 based on the clock information difference 102 from the subtractor 3. A reception interval output means 5 detects the interval of receiving the transmission clock information 100 by the subtractor 3 and outputs the reception interval 103 to the control means 4 based thereon.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3134048

[Date of registration] 24.11.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

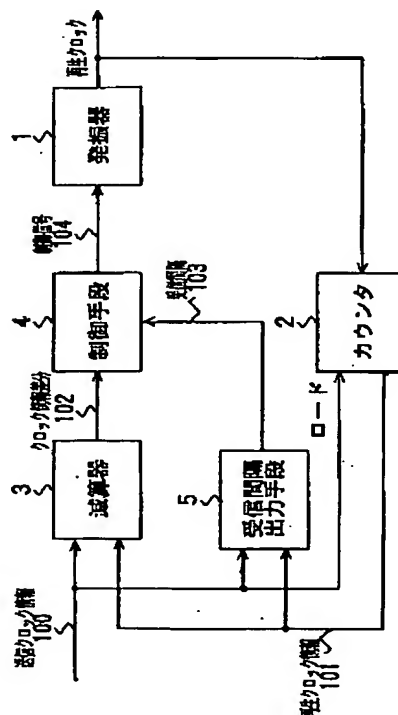
Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)9月19日

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 13 頁)

(74)代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 再生クロックを出力する再生クロック出力手段と、送信側クロック周波数を示す送信クロック情報を受信する送信クロック情報受信手段と、この送信クロック情報受信手段で受信された上記送信クロック情報と上記再生クロック出力手段から出力される再生クロックの周波数を示す再生クロック情報との差分を検出するクロック差分検出手段と、上記送信クロック情報受信手段による上記送信クロック情報の受信間隔を検出し出力する受信間隔出力手段と、この受信間隔出力手段からの上記受信間隔と上記クロック差分検出手段からの上記差分に基づき上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするクロック再生装置。

【請求項 2】 上記受信間隔出力手段は、上記送信クロック受信手段が複数の上記送信クロック情報を受信する間隔を検出する検出手段と、所定の受信間隔しきい値を設定する受信間隔設定手段と、この受信間隔設定手段に設定された設定受信間隔と上記検出手段で検出された受信間隔との比較結果に基づき出力する受信間隔を求め出力する出力手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 記載のクロック再生装置。

【請求項 3】 上記受信間隔設定手段は、上記クロック差分検出手段により求められる上記差分に基づき上記受信間隔しきい値を設定することを特徴とする請求項 2 記載のクロック再生装置。

【請求項 4】 上記制御手段は、上記クロック差分検出手段により求められる上記差分に基づき、上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数の制御変動幅を設定し制御を行うことを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれかに記載のクロック再生装置。

【請求項 5】 上記制御手段は、上記受信間隔出力手段からの上記受信間隔と上記クロック差分検出手段からの上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分に基づき上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御する制御信号を生成するとともに、異なる複数のタイミングで求められた上記周波数差分に基づき、生成する上記制御信号の補正を行うことを特徴とする請求項 1 ないし 4 記載のクロック再生装置。

【請求項 6】 上記制御手段は、上記受信間隔出力手段からの上記受信間隔と上記クロック差分検出手段からの上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分より大きい制御幅で、上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御することを特徴とする請求項 1 ないし 5 記載のクロック再生装置。

【請求項 7】 送信側クロック周波数を示す送信クロック情報の受信間隔を検出し、上記受信された送信クロック情報と再生クロックの周波数を示す再生クロック情報

との差分を検出し、この検出された差分と上記受信間隔とに基づき再生クロック周波数を制御することを特徴とするクロック再生方法。

【請求項 8】 所定の受信間隔しきい値を設定し、この設定された設定受信間隔と上記検出された受信間隔との比較結果に基づき、上記再生クロック周波数を制御する受信間隔を求めることを特徴とする請求項 7 記載のクロック再生方法。

【請求項 9】 上記差分に基づき上記受信間隔しきい値を設定することを特徴とする請求項 8 記載のクロック再生装置。

【請求項 10】 上記差分に基づき、上記の再生クロック周波数の制御変動幅を設定し制御を行うことを特徴とする請求項 7 ないし 9 いずれかに記載のクロック再生方法。

【請求項 11】 上記受信間隔と上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分に基づき上記再生クロック周波数を制御する制御情報を生成するとともに、異なる複数のタイミングで求められた上記周波数差分に基づき、生成する上記制御信号の補正を行うことを特徴とする請求項 7 ないし 10 記載のクロック再生方法。

【請求項 12】 上記受信間隔と上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分より大きい制御幅で、上記再生クロック周波数を制御することを特徴とする請求項 7 ないし 11 記載のクロック再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は通信や放送を行う装置において、送信側から送出されるクロック情報を使用して受信側で送信側のクロックを再生するクロック再生装置、およびこのような場合のクロック再生方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば図 10 は、ITU-T ホワイトブック、オーディオビジュアル／マルチメディア関連（H シリーズ）勧告集（平成 7 年 2 月 18 日 財団法人日本 ITU 協会発行）の勧告 H. 222. 0（182 頁～184 頁）に示されるような従来のクロック再生装置を示す構成図であり、図において 11 は電圧制御発振器、この電圧制御発振器 11 から出力される再生クロックで動作するカウンタ、13 は減算器、14 はローパスフィルタ及び利得手段である。

【0003】なお、上記勧告では送信側から送出されるクロック情報を PCR (program clock reference)、受信側で再生するクロック情報を STC (system time clock) と呼んでおり、PCR は送信側で使用するクロックで動作するカウンタのカウント値、STC は受信側で再生したクロックで動作する上記カウンタ 12 のカウンタ

値である。また15は上記減算器13で求められるPCRとSTCの差分、16はローパスフィルタ及び利得手段14から上記電圧制御発振器11に出力される制御電圧である。

【0004】次に動作について説明する。受信装置において送信装置のクロックの再生を開始する場合は、まず最初に到着した送信クロック情報(PCR)100をカウンタ2にロードする。カウンタ12は電圧制御発振器11が出力する再生クロックでカウント動作を行う。ここで、2番目のPCR100が到着すると、この時点でのカウンタ2の出力である再生クロック情報(STC)101は減算器3に入力され、到着した2番目のPCR100との差分15が求められる。

【0005】PCR100は送信装置のクロックで動作するカウンタの値であり、STCは受信装置のクロックで動作するカウンタの値であるので、PCR100とSTC101の差分は、送信装置のクロックと受信装置のクロックとの間の周波数の差に起因する量を示す。例えば、送信装置のクロック周波数が受信装置のクロック周波数より20Hz高ければ、1秒間でPCR100のカウント値の増加分は、STC101のカウント値の増加分より20大きい値となる。したがって、PCR100とSTC101の差分10が前回と今回で同じ値であれば、同じ時間でカウントする数が同じであるから、周波数が同じということである。

【0006】この差分が、PCR100の到着する毎に同じになれば、カウンタの進み具合が同じになったということ、すなわち送信側周波数と再生周波数が同じであることを示す。減算器13から出力される差分15は、ローパスフィルタ及び利得手段14で制御電圧16に変換され、電圧制御発振器11に対して出力される。この制御電圧16により電圧制御発振器11の周波数が変化し、それに伴いカウンタ12の出力が変化し、PCR100とSTC101の差分の変化する量が次第に減少する。

【0007】PCR100が到着する毎に上記の動作を繰り返し、減算器3の出力(PCR100とSTC101の差分)が一定となるように、すなわち同じ時間でカウントアップする値が送信側と等しくなるように電圧制御発振器3の周波数を制御することにより、送信側と同じ周波数のクロック再生を行う。

【0008】なお、送信側と同じ周波数のクロック再生がなされ安定している状態で、通常、PCR100とSTC101の差分は一定値(オフセット)を維持する。これは、最初、PCR100をカウンタ12にロードするのでこの時点でオフセットは無いが、送信側周波数の再生動作前なので、送信側周波数と再生周波数はずれており、PCR100とカウンタ12のカウント値は徐々にずれていき、再生動作に伴い差分が一定になるように再生周波数が制御されるため、安定した状態ではオフセ

ットをもつことになるということである。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来のクロック再生装置では、単に送信クロック情報(PCR)と再生クロック情報(STC)の差分を送受間の周波数の違いを表わすものとして使用し、送信クロック情報の受信間隔によらず、ローパスフィルタおよび利得手段へ入力して制御を行っている為、差分が等しければ、同一の制御電圧を出力していた。

【0010】しかし、送信クロック情報と再生クロック情報の差分は送信クロック情報の受信間隔に比例する為、例えば同じ周波数差がある場合でも、送信クロック情報の伝送間隔が長いものと短いものとは出力される差分の値が異なることになるが、同じ周波数差を修正するための発振器に対する制御電圧は同じにする必要がある。したがって、送信クロック情報の伝送間隔が異なる場合には、同じローパスフィルタ及び利得手段を用いることはできず、送信クロック情報の伝送間隔に対応した最適化をその都度行う必要があるという問題があった。

【0011】また、電圧制御発振器を使用した場合、制御電圧の変化に対する出力周波数変化の関係がカタログに示される値と実際に出力される値が異なる場合が多い。この為、システムを構成する毎に、電圧制御発振器の制御電圧と出力周波数の特性を実測して調整を行う必要があるという問題があった。

【0012】また、送信クロック情報と再生クロック情報の差分が一定となることが送受信双方で同じ周波数であることを示し、この差分を一定にするように制御していたが、上述のようにPCRとSTCの差分はオフセットを含む値である。したがって、受信装置で、送信クロック情報と再生クロック情報の値を同期させてデータ処理を行うような装置の場合に、受信した送信クロック情報と再生クロック情報の差分が大きい場合、その差分に相当する時間のデータを受信装置内に蓄積する必要がある、この差分を吸収する為のバッファが必要となる。このため、差分の発生量に対応した設計を行なわざるを得ず、またバッファなどのハードウェアの規模が増大してコストアップにつながるという問題があった。また、受信開始後にカウンタ値をロードしたり、リセットするとカウンタ値の不連続が生じ、データ処理を行う装置の動作に支障をきたす。

【0013】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、送信クロック情報の伝送間隔によらず、常に最適化された制御がなされるクロック再生装置、およびクロック再生方法を得ることを目的とする。

【0014】また、発振器の制御電圧と出力周波数の特性のばらつきに応じて調整を行う必要がない、クロック再生装置およびクロック再生方法を得ることを目的とする。

【0015】また、受信した送信クロック情報と再生クロック情報の差分を最小とし、受信装置の設計を容易とするクロック再生装置およびクロック再生方法を得ることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明に係わるクロック再生装置は、再生クロックを出力する再生クロック出力手段と、送信側クロック周波数を示す送信クロック情報を受信する送信クロック情報受信手段と、この送信クロック情報受信手段で受信された上記送信クロック情報と上記再生クロック出力手段から出力される再生クロックの周波数を示す再生クロック情報との差分を検出するクロック差分検出手段と、上記送信クロック情報受信手段による上記送信クロック情報の受信間隔を検出し出力する受信間隔出力手段と、この受信間隔出力手段からの上記受信間隔と上記クロック差分検出手段からの上記差分に基づき上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御する制御手段とを備えたものである。

【0017】また上記受信間隔出力手段を、上記送信クロック受信手段が複数の上記送信クロック情報を受信する間隔を検出する検出手段と、所定の受信間隔しきい値を設定する受信間隔設定手段と、この受信間隔設定手段に設定された設定受信間隔と上記検出手段で検出された受信間隔との比較結果に基づき出力する受信間隔を求め出力する出力手段とから構成するものである。

【0018】また上記受信間隔設定手段は、上記クロック差分検出手段により求められる上記差分に基づき上記受信間隔しきい値を設定するようにしたものである。

【0019】また上記制御手段は、上記クロック差分検出手段により求められる上記差分に基づき、上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数の制御変動幅を設定し制御を行うようにしたものである。

【0020】また上記制御手段は、上記受信間隔出力手段からの上記受信間隔と上記クロック差分検出手段からの上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分に基づき上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御する制御信号を生成するとともに、異なる複数のタイミングで求められた上記周波数差分に基づき、生成する上記制御信号の補正を行うようにしたものである。

【0021】また上記制御手段を、上記受信間隔出力手段からの上記受信間隔と上記クロック差分検出手段からの上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分より大きい制御幅で、上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御するようにしたものである。

【0022】また、この発明に係わるクロック再生は、送信側クロック周波数を示す送信クロック情報の受信間隔を検出し、上記受信された送信クロック情報と再生ク

ロックの周波数を示す再生クロック情報との差分を検出し、この検出された差分と上記受信間隔とに基づき再生クロック周波数を制御するようにしたものである。

【0023】また所定の受信間隔しきい値を設定し、この設定された設定受信間隔と上記検出された受信間隔との比較結果に基づき、上記再生クロック周波数を制御する受信間隔を求めるようにしたものである。

【0024】また上記差分に基づき上記受信間隔しきい値を設定するようにしたものである。

【0025】また上記差分に基づき、上記の再生クロック周波数の制御変動幅を設定し制御を行うようにしたものである。

【0026】また上記受信間隔と上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分に基づき上記再生クロック周波数を制御する制御情報を生成するとともに、異なる複数のタイミングで求められた上記周波数差分に基づき、生成する上記制御信号の補正を行うようにしたものである。

【0027】また上記受信間隔と上記差分に基づき上記送信側クロック周波数と上記再生クロック周波数との周波数差分を求め、この周波数差分より大きい制御幅で、上記再生クロック周波数を制御するようにしたものである。

【0028】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1. 図 1 はこの発明におけるクロック再生装置の実施の形態 1 を示すブロック図である。1 は再生クロックを出力する再生クロック出力手段としての発振器、2 はこの発振器 1 からの再生クロックで動作し、そのカウント値を再生クロック情報 101 として出力するカウンタである。この再生クロック情報 101 は、カウンタ 2 が発振器 1 の再生クロックで動作することからその周波数を示す情報であり、かつこのクロック再生装置における時間経過を示す情報でもある。

【0029】3 は送信クロック情報受信手段およびクロック差分検出手段としての減算器であり、送信クロック情報 100 を受信するとともに、受信した送信クロック情報 100 と上記カウンタ 2 から出力される再生クロック情報 101 との差分を検出し、クロック情報差分 102 として出力するものである。

【0030】4 はこの減算器 3 からのクロック情報差分 102 に基づき上記発振器 1 の再生クロック周波数を制御する制御信号 104 を出力する制御手段である。5 は上記減算器 3 が送信クロック情報 100 を受信する間隔を検出しこれに基づいて受信間隔 103 を上記制御手段 4 に出力する受信間隔出力手段である。

【0031】次に動作について説明する。このクロック再生装置においてクロック再生を開始する場合、最初に減算器 3 に入力する送信クロック情報 100 をカウンタ

2にロードする。なお、送信クロック情報の到着は、送信クロック情報100が送信される信号線あるいは時系列中の所定ビットのフラグを検出してもよいし、到着を示す信号線（図示せず）でしらせるようにしてもよい。

【0032】ロードされたカウンタ2の値は再生クロック情報101（この時点では再生クロック情報=送信クロック情報）として受信間隔出力手段5に出力され保持されるとともに、減算器3にも出力される。またカウンタ2はこのロードされた値からスタートして発振器1からの再生クロックによりカウント動作をすすめる。

【0033】2番目の送信クロック情報100が到着したならば、その送信クロック情報100と上記カウンタ2からの再生クロック情報101は減算器3において差分がとられ、送信側および再生側のクロック周波数を示す情報同士の差分としてクロック情報差分102が出力される。

【0034】また一方で、受信間隔出力手段5にもこの時点までにカウントアップされた再生クロック情報101が入力される。この受信間隔出力手段5に入力される再生クロック情報101はこの装置内の時間経過を示す\*20

$$\Delta f_k = (\text{クロック差分情報}_k - \text{クロック差分情報}_{k-1}) \times \text{受信間隔}_k / f$$

$\Delta f_k$  : k番目の送信クロック情報を受信した時の周波数差

f : 基準クロック周波数

クロック差分情報<sub>k</sub> : k番目のクロック差分情報

受信間隔<sub>k</sub> : k番目の受信間隔

【0038】受信間隔103は、発振器1の出力するクロックのカウント値で表されるので、受信間隔を基準クロック周波数fで割った値が時間（受信間隔時間）を示す。例えばf=10<sup>6</sup>Hz、受信間隔（カウント値）=10<sup>5</sup>の場合は、受信間隔時間は0.1sec（100msec）を示す。

【0039】制御手段4では、発振器1が出力するクロック周波数が、式（1）により求めたΔfだけ変化するように制御信号104を出力する。発振器1では、制御信号104により、出力クロックの周波数が変化し、これによりΔfが減少する。（理想的な動作が行なわれた場合には、1度の制御でΔf=0となる。）

【0040】なお、発振器1として電圧制御発信器を用いる場合は、制御信号の電圧を変化することによりΔfの周波数を制御することでき、また発振器1として周波数シンセサイザを用いる場合は発生周波数値を変化することにより、Δfの周波数を制御することができる。また、Δf≠0となっていない場合は上記の動作を繰り返し、Δf=0になるまで行なう。

【0041】Δf=0となった場合、前回のクロック差分情報と今回のクロック差分情報とが等しくなったこと、すなわち、送信クロック情報100と再生クロック情報101との差が常に一定になり、同じ時間内でカウ

\*情報としての意味を持ち、最初の送信クロック情報100が到着したときに保持しておいた再生クロック情報101と今回入力された再生クロック情報101との差分を検出することにより、再生クロック情報101の受信間隔を求める。

【0035】求められた受信間隔は受信間隔103として制御手段4に出力される。なお、受信間隔出力手段5では今回入力された再生クロック情報101を保持する。制御手段4では、この受信間隔出力手段5からの受信間隔103を入力したならば、この受信間隔103と上記減算器3からのクロック情報差分102とに基づき、発振器1の再生クロック周波数の制御を行う基準となる送受間の周波数差（Δf）を算出する。なお制御手段4に対し受信間隔103が入力されたことは、受信間隔103が送信される信号線あるいは時系列中の所定ビットのフラグを検出してもよいし、到着を示す信号線（図示せず）で制御手段にしらせるようにしてもよい。

【0036】また、制御手段4ではクロック情報差分102を保持する。上記Δfの算出式を式（1）に示す。

【0037】

$$\dots (1)$$

ントされる数が同じになったことを示しており、この時点で、送信装置で使用しているクロック周波数が完全に再生されたことになる。なお、Δf=0ということは、クロック情報差分102自体が0になったということではない。

【0042】以上のようにして、送信クロック情報の伝送間隔が定期的、不定期であったり、あるいは伝送間隔が異なる送信装置であっても、常に最適化された制御ができる。

【0043】なお、ここではΔfを算出し、これに基づき制御信号104を生成する例を示したが、必ずしもΔfを算出する必要はなく、受信間隔103と上記減算器3からのクロック情報差分102とに基づき、直接的に発振器1の再生クロック周波数の制御信号を生成することができる。

【0044】また、上記実施形態では、受信間隔を検出するための情報としてカウンタ2のカウント値を用いるものを示したが、これに限らず、例えば受信間隔出力手段5内にタイマを備え、その時刻情報を用いてもよい。

【0045】さらに、減算器3により送信クロック受信手段を構成したものを示したが、送信クロック受信手段を別個に構成してもよい。

【0046】また、このようなクロック再生において、発振器1への制御信号の生成の全部あるいは一部をソフトウェアで実現してもよい。図2は、このような場合を示すフローチャートである。

【0047】まずステップS1では送信クロック情報を受信する。最初に受信した送信クロック情報は、再生ク

ロックで動作するカウンタにロードされる。ステップ S 2 ではステップ S 1 で送信クロック情報を受信した時刻を記憶する。ステップ S 3 では、受信した送信クロック情報及び再生クロックで動作するカウンタ値（再生クロック情報）より、クロック情報差分（送信クロック情報－再生クロック情報）を検出するとともに記憶する。

【0048】ステップ S 4 では以前に記憶していた送信クロック情報を受信した時刻と今回送信クロック情報を受信した時刻とから受信間隔を検出する。この時刻は、タイマの時刻を用いて計算してもよいし、上記再生クロック情報を時刻情報として用いて（現在の再生クロック情報－前回の再生クロック情報）を検出するようにしてもよい。

【0049】ステップ S 5 では、ステップ S 3 で求められたクロック情報差分と前回のステップ S 3 で求めて記憶しておいたクロック情報差分とステップ S 4 で求められた受信間隔とにより、送信側、再生側のクロックの周波数差が 0 となるような制御情報を生成し出力する。な\*

$$\Delta f = (\text{クロック差分情報}_k - \text{クロック差分情報}_{k-1}) \times 10$$

となり、算出される  $\Delta f$  の値は、10 Hz 単位となる 20 ※合、 $\Delta f$  の値は、

【0053】また、受信間隔時間が 1 sec である場 ※

$$\Delta f = (\text{クロック差分情報}_k - \text{クロック差分情報}_{k-1}) \times 1$$

となり、算出される  $\Delta f$  の値は、1 Hz 単位となる。したがって、検出精度を高くしたい場合は、短い時間で送信クロック情報 100 が受信されてもすぐに再生クロック制御を行わず、所定の受信間隔を経過した後に再生クロック制御を行うようにすればよい。

【0054】図 3 はこの実施形態 2 によるクロック再生装置を示すブロック図であり、1～4 は実施形態 1 と同様のものである。5 は受信間隔出力手段、6 は減算器 30 が複数の送信クロック情報 100 を受信する間隔を検出する検出手段、7 は所定の受信間隔しきい値を設定する受信間隔設定手段、8 はこの受信間隔設定手段 7 に設定された設定受信間隔 106 と上記検出手段 6 で検出された検出受信間隔 105 との比較結果に基づき出力する受信間隔 103 を求め出力する出力手段である。

【0055】次に動作について説明する。受信間隔設定手段 7 には予め設定受信間隔を設定する。検出手段 6 では、送信クロック情報 100 を受信する毎に上記実施形態 1 で説明したように再生クロック情報 101 に基づき受信間隔を検出し、検出受信間隔 105 として出力手段 8 に出力する。

【0056】出力手段 8 はこの検出受信間隔 105 と設定受信間隔 106 との比較を行なう。検出受信間隔 105 > 設定受信間隔 106 の場合は、検出受信間隔が所望の検出精度をだすために設定した受信間隔を満足する受信間隔ということなので、この検出受信間隔 105 を受信間隔 103 として制御手段 4 に対して出力する。また、検出手段 6 はこのときの再生クロック情報 101（受信時刻情報）を保持する。

\*お、ここでは図 1 の制御手段 4 の動作説明で示したように式 (1) の  $\Delta f$  を求め、これから制御情報を求めるようにしてもよい。

【0050】そしてステップ S 6 では、ステップ S 5 で求められた制御情報により再生クロック周波数の制御を行う。このような動作を、送信クロック情報を受信する毎にくりかえし行ない、クロックを再生する。

【0051】実施の形態 2. この発明におけるクロック再生では、再生側で算出される送信クロック周波数の検出精度は、受信間隔時間と比例する。したがって、あまり短い受信間隔では高い検出精度が得られない。ここではある程度の検出精度をもたせることにより、各種システムに必要とされる周波数の検出精度でクロック再生を行なえるようにする実施形態を示す。

【0052】ここで、受信間隔と検出精度の関係を説明する。上述の式 (1) において、受信間隔時間が 100 msec である場合、 $\Delta f$  の値は、

【0057】制御手段 4 では、受信間隔 103 が入力されたことをトリガとして、このときのクロック情報差分 102 と受信間隔 103 とから実施形態 1 と同様にして  $\Delta f$  を算出し、制御信号 104 を出力して発振器 1 に対する制御を行なう。

【0058】一方、検出受信間隔 105 < 設定受信間隔 106 の場合は、検出受信間隔が所望の検出精度をだすために設定した受信間隔に満たないということなので、出力手段 8 は受信間隔 103 を出力しない。また検出手段 6 はその結果を検知し、検出手段 6 はこのときの再生クロック情報 101 を破棄する。したがって、検出手段 6 は、次に送信クロック情報 100 を受信したときに行う受信間隔の検出動作は、直前の再生クロック 101（受信時刻情報）からの間隔ではなく、前に出力手段 8 から受信間隔 103 が出力されたときからの間隔を検出する動作ということになる。これを検出受信間隔 105 > 設定受信間隔 106 となるまで動作を繰り返す。以上により、所望の検出精度をもってクロック再生を行なうことができる。

【0059】図 4 はこのような動作を示すフローチャートである。実施形態 1 で示した図 2 と異なるのは、図 2 のステップ S 4 が図 4 でステップ S 4 1、S 4 2 にかわった点である。ステップ S 4 1 では、検出受信間隔が検出され、ステップ 4 2 で、検出受信間隔 > 設定受信間隔が判定される。ここで YES ならステップ S 5 においてこの検出受信間隔を用いた制御信号生成が行われ、NO ならステップ S 1 にもどる。

50 【0060】実施の形態 3. 上記実施形態 2 では、検出



精度をあげるために受信間隔を所定の値に保つ形態を示したが、受信間隔を長くすると送信クロック情報の検出精度はあがるものの、発振器への制御を行う回数も少なくなるため、クロック再生が安定するまでの収束に余分に時間がかかってしまう。

【0061】ここでは、設定受信間隔を動的に変換することにより、収束時間の短縮と、安定後の高い検出精度を双方を実現する形態を示す。

【0062】図5はこの発明の実施の形態におけるクロック再生装置を示すブロック図であり、1～6、8は実  
10 施の形態2で示した図3と同様のものである。71は受信間隔設定手段であり、制御手段4で求められた周波数差( $\Delta f$ )107に基づき設定受信間隔を設定する。

【0063】次に動作について説明する。基本的な動作は実施の形態2と同様である。ただし、受信間隔設定手段71は、制御手段4で求めた周波数差107に基づいて設定受信間隔を設定し、出力手段8に出力する。 $\Delta f$ が大きい間は設定受信間隔106を小さくして、発振器への制御回数を多くし、 $\Delta f$ の値の減少を早め、また  
20  $\Delta f$ が減少したならば設定受信間隔106を大きくして精度の高い制御を行うことにより、収束時間の短縮と高い周波数の検出精度の双方を得ることができる。

【0064】図6はこのような実施の形態における動作例を示す説明図である。クロック再生を開始した直後の $\Delta f$ が-10、設定受信間隔が1となっている。まず1回目の制御は受信間隔=1で行われる。このとき $\Delta f$ =8が算出され、この分だけ周波数を修正するような制御が行われる。したがって制御後は $\Delta f$ は2となる。ただし、この時点で算出された $\Delta f$ は8であり、値が大きいので受信間隔の設定は変更しない。

【0065】次の2回目は、変更のない受信間隔=1で行われ、 $\Delta f$ =1が算出され、この分だけ周波数を修正するような制御が行われる。したがって制御後は $\Delta f$ は1となる。そしてこの時点で算出された、 $\Delta f$ が1と小さいので受信間隔を変更し、受信間隔=5を設定する。

【0066】3回目は、変更された受信間隔=5で行われ、 $\Delta f$ =1が算出される。このとき $\Delta f$ の値は変化していないので受信間隔の設定は変更しない。4回目は、受信間隔=5で $\Delta f$ =0を算出する。 $\Delta f$ =0になったので送信装置のクロック周波数の再生がなされたこと  
40 になる。

【0067】実施の形態4. 通常、通信方式においては動作周波数の変動範囲や、一定時間で変動が許容される周波数範囲(周波数ドリフト)が規定される。例えば上述のITU-T勧告H. 222. 0では、発振器1の周波数は $27\text{MHz} \pm 30\text{ppm}$ 、周波数ドリフトは $75 \times 10^{-3}\text{Hz/sec}$ と規定されている。

【0068】しかし、上記の規格に従うと、1Hzの周波数を変更する為には、  
 $1 / (75 \times 10^{-3}) = 13.3\text{sec}$

が必要となるので、クロック再生開始時にこの規格に従う事はクロック再生に時間がかかるので適当ではない。したがって、ここでは、クロック再生開始時に早く収束し、クロック再生ができたならば、制御信号104の変動範囲を上記の周波数ドリフトの範囲内に制限し、クロック再生を続けるという機能を持つ形態を説明する。

【0069】ブロック構成は上記実施形態1、2、3に示されるものと同様である。ただし制御手段4における制御信号104の生成のしかたが異なり、以下に図7のフローチャートを用いて説明する。

【0070】ステップS1からステップS5およびステップS6は上記実施形態1で示した図2のフローチャートと同様である。ステップS7では、クロック再生が既に一度できている状態か、まだクロックのひきこみ中であるかを後述する判定フラグにより判定する。

【0071】クロック再生がまだ一度もなされていない状態、すなわち最初のクロックのひきこみ中である場合はステップS8に進み、ここで、クロック再生ができたか否かを判定する。ここでは、ステップS3で求めたn番目のクロック情報差分(n番目の送信クロック情報-n番目の再生クロック情報)と、記憶しておいた前回

(n-1番目)のクロック情報差分とから、クロック再生ができたか(n-1番目のクロック情報差分=n番目のクロック情報差分になったか)否かを判定する。また、上記実施形態1のフローチャートのステップS5の部分で説明したように、ステップS5で $\Delta f$ を算出する場合は、この $\Delta f$ によりクロック再生ができた( $\Delta f$ =0)か否かを判定してもよい。

【0072】このステップS7でクロック再生ができた  
30 と判定された場合はステップS9で状態フラグを再生済を示す“1”にする。その後、ステップS6に進み、ステップS5で求めた制御情報をそのまま用いて再生クロック周波数の制御を行う。これにより、周波数の制御幅を大きくとることができ、早いひきこみが可能となる。

【0073】一方、ステップS7で、状態フラグが“1”、すなわちクロック再生が一度なされた状態と判定された場合はステップS10に進み、ステップS4で求めた受信間隔と規定された周波数変動幅とに基づき、制御情報の変動許容幅を検出する。そしてステップ11では、この求められた変動許容幅の最大値とステップS5で求められた制御情報とを比較し、変動許容幅の最大値>制御情報の場合は、ステップS5で求められた制御情報変動許容幅の最大値<=制御情報の場合は、変動許容幅の最大値を制御情報とする。そしてステップS6においてこのステップS11で決められた制御情報により周波数制御を行う。これにより、一度クロック再生ができた後における周波数の変動を規定された範囲内に抑えることができる。

【0074】なお、ステップS8において最初のクロック再生ができたか否かを判定する場合、クロック情報差

分の変化あるいは $\Delta f$ が、0であるか否かにより判定していたが、所定の小さい範囲になったか否かで判定してもよい。

【0075】実施の形態5. 上記実施形態では、再生クロック出力手段として、電圧制御発振器を使用した場合を示したが、この場合、制御手段4からは電圧による制御を行うことになり、制御手段4では例えば上記式

(1)で求められる $\Delta f$ を減少させるような制御電圧を生成し出力する。この制御電圧の生成には、発振器1における制御電圧変化に対する出力周波数変化の特性を用いることになるが、電圧制御発振器の特性には、ある範囲ではあるがバラツキがあり、正確を期するためには電圧制御発振器毎にこの特性を実測して調整を行う必要がある。

【0076】ここでは、周波数制御による周波数変化を複数回の制御にわたって検知し、この検知結果に基づいて再生クロック出力手段の特性を把握して補正を行うことにより、上記のような調整を不要とする実施形態について説明する。ブロック構成は上記実施形態1～4に示されるものと同様である。そして、例えば図2のステップ20

$$G_k = 1 - (\Delta f_k / \Delta f_{k-1})$$

$G_k$ : カタログにおける特性に対する実際の特性への補正係数

$\Delta f_k$ :  $k$ 番目の送信クロック情報を受信した時の周波数差

【0080】そして、周波数差が $\Delta f_{k-1}$ であった状態に対する発振器1への制御電圧を、上記 $G_k$ による補正を行いつつ求め、発振器1に出力する。これにより、発振器1の再生クロック周波数を、周波数差が $\Delta f_{k-1}$ であった状態から $\Delta f_{k-1}$ だけ変化させた制御電圧が発振器1に加えられることになり、所望の周波数制御がなされる。この補正とは、例えば $\Delta f_{k-1}$ を $G_k$ で除算した値を制御電圧の生成のための周波数差とし、これに対して発振器1のカタログに示されている特性から制御電圧を生成することによりなされる。

【0081】ただし、この補正は最終的に出力される制御電圧に対してなされればよいものであり、上記のように周波数差を予め補正しておく他、例えば周波数差から制御電圧を生成する際の生成処理(周波数差から制御電圧への変換処理)に対して上記補正係数による補正を行ってもよいし、制御電圧を生成してから、補正を行ってもよい。

【0082】また、この補正係数 $G_k$ の算出を定期的に行って更新してもよいし、不定期に行ってもよい。このようにして、電圧制御発振器の制御電圧と出力周波数の関係を実時間で検出することにより、電圧制御発振器に関する調整を必要としないものが実現できる。

【0083】図8は以上の動作を示すフローチャートであり、図2に示したフローチャートのステップS5にかかわる部分をしめしている。ステップS51で発振器1の

\*プS5における制御情報の生成動作を以下のようにするものである。

【0077】まず、例えば $k-1$ 番目の送信クロック情報100を受信したときに上記式(1)に基づき算出した周波数差 $\Delta f_{k-1}$ を記憶しておくとともに、 $\Delta f_{k-1}$ だけ発振器1の再生クロック周波数を変化させる制御信号104(ここでは制御電圧とする)を、発振器1の特性に基づき生成し、この制御電圧を発振器1に与えることにより制御を行う。

【0078】次に、 $k$ 番目の送信クロック情報100を受信したときに、上記 $\Delta f_{k-1}$ に基づく制御電圧104で $\Delta f_{k-1}$ だけ発振器1の再生クロック周波数が変化していれば、 $\Delta f_k = 0$ となるが、発振器1において、制御電圧と再生クロック周波数との関係が発振器のカタログに示されている特性と異なる場合は $\Delta f_k \neq 0$ となる。

【0079】ここで、下記の式(2)に基づき、 $\Delta f_{k-1}$ と $\Delta f_k$ より発振器1のカタログにおける特性に対する実際の特性への補正係数を求める。

$$\dots (2)$$

特性を検出し、ステップS52でこの検出された特性により周波数差に補正を行い、ステップS53でこの補正された周波数差でカタログ特性に基づく制御電圧生成を行う。

【0084】なお、上述のように補正処理は必ずしも周波数差に対して行う必要はないので、補正のステップは図8のような位置であるとは限らない。

【0085】実施の形態6. 上記実施形態では、送信クロック情報と再生クロック情報の差分が一定となることが送受信双方で同じ周波数であることを示すため、この差分を一定にするように制御していた。データの送受信を行い、送信クロック情報と再生クロック情報に基づいてデータ処理を行う装置の場合、この差分が大きいとその差分に相当する時間に対応したデータを、受信装置内に蓄積する必要がある、このデータを蓄積するためのバッファが必要となる。このため、ハードウェアの規模が増大してしまう。

【0086】ここでは送信クロック情報と再生クロック情報を一致させるようにして、上記差分をなくすことができる実施形態を説明する。ブロック構成は上記実施形態1～5に示されるものと同様である。そして、制御手段4における制御情報の生成動作を以下のようにするものである。

【0087】上記実施形態1で説明したように、まず最初に送信クロック情報100を受けたときに、その値をカウンタ2にロードする。このとき瞬間的に送信クロック情報100と再生クロック情報101の値は一致する。すなわち、送受間のクロック情報に差がない状態であり、オフセット値が0の状態である。ここで送受間で

周波数も同じならカウンタ 2 の値（再生クロック情報）のあがりかたと送信クロック情報 100 の値のあがりかたが同じなので、このオフセット値は 0 のままである。このままであれば、送信クロック情報 100 と再生クロック情報 101 とを用いるデータ処理、例えば、画像データ通信において、送信クロック情報 100 の示す値と同じ値に再生クロック情報がなった時点で画像を表示するというような処理を行う際には、受信側で画像データを蓄積しておくバッファにおけるオフセットに対する増加分を必要としない。

【0088】ところが、最初に送信クロック周波数と再生クロック周波数が一致していることはほとんどなく、上記送信クロック情報 100 の値と再生クロック情報 101 の値とは徐々にずれていく。例えば送信クロック周波数の方が高ければ、送信クロック情報 100 の方が再生クロック情報 101 より大きくなっていく。図 9

(1) の区間 A はこの様子を示す。

【0089】そして次の送信クロック情報 100 を受信したときに、式 (1) にしたがって  $\Delta f$  の値算出される。上記実施形態 1 で、この  $\Delta f$  をなくすような制御信号 104、すなわちこの例ではあと  $\Delta f$  だけ再生クロック周波数を上昇させるような制御信号 104 を生成することにより、周波数を一致させるようにすることは上述のとおりである。このような制御により周波数が一致したとすると、これ以降、カウンタ 2 の値のあがりかたと送信クロック情報 100 の値のあがりかたが同じになる。したがって、図 9 (1) の区間 B に示されるように、送信クロック情報 100 の値と再生クロック情報 101 との差（オフセット値）は一定となる。この一定のオフセット値は最初の送信クロック情報 100 受信時から次の送信クロック情報 100 受信時まで発生する差に相当する。

【0090】このオフセット値が大きいことは上述の如く好ましくないもので、この実施形態では、次の送信クロック情報 100 を受信したときに生成する制御信号 104 を、 $\Delta f$  ではなく、 $2 \times \Delta f$  だけ再生クロック周波数を上昇させるような制御信号 104 とする。すると、今度は再生クロック周波数の方が送信クロック周波数より高くなるので、カウンタ 2 の値（再生クロック情報）のあがりかたが大きくなって、送信クロック情報に近づいていき、オフセット値は減少していく。この様子を図 9 (2) に示す。

【0091】理想的には、このオフセット値が 0 になるのは、次の送信クロック情報 100 受信時から始まって区間 A の時間と同じ時間が経過した時点（区間 B を経過した時点）である。この時点で制御信号 104 を、実施形態 1 の場合に生成した値、すなわち式 (1) で求められる  $\Delta f$  をなくすような値にきりかえる。これにより、送信クロック周波数と再生クロック周波数が一致し、かつオフセット値もほぼ 0 にすることができる。したがっ

て、受信装置のデータバッファを小さく設計できる。

【0092】なお、以上の説明では、制御する周波数の量を一時的に  $2 \times \Delta f$  だけ修正するものを説明したが、制御する周波数の量はこれに限られるものではなく、要は  $\Delta f$  より大きい制御幅で、上記再生クロック出力手段の再生クロック周波数を制御すればよく、周波数を一致させる制御信号にする時点はこの制御幅に応じて決めればよい。例えば、一時的に  $3 \times \Delta f$  だけ修正するようにした場合は、区間 B は区間 A の  $1/2$  の時間となる。

10 【0093】また、上記説明では、区間 A の時間をもとに区間 B の時間を求めるものを示したが、送信クロック情報 100 が周期的に送信される場合は、送信クロック情報 100 の受信を検知してこの制御に用いることもできる。例えば図 9 の例では、区間 B の経過時点を 3 番目の送信クロック情報 100 の受信時で代用することができる。

【0094】また、上記説明では、最初再生クロック周波数が送信クロック周波数より小さい場合を説明したが、逆の場合であっても再生クロック周波数の制御方向を逆にすれば同様である。

【0095】また、上記説明では、最初に再生クロック情報が到着してカウンタ 2 にロードした時点ですぐにこのオフセット値をなくすための制御を開始する場合を示したが、実施形態 1 のような制御により、送受間の周波数が同じになっていてかつオフセット値を保持してる状態から、オフセット値をなくすための制御を行うこともできる。上記説明の場合は、最初に再生クロック情報をカウンタ 2 にロードするので、送受間のカウンタ値が一致されるため、周波数制御する幅と制御している時間を上述のように比較的簡単に求められるが、この定常状態においては、カウンタ 2 の値と送信クロック情報 100 の値の差を計算し、この差をなくすための周波数制御幅と制御時間を計算する必要がある。

【0096】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、送信クロック情報の受信間隔を検出し、これを用いて再生クロックの周波数制御をしているので、送信クロック情報の受信間隔にかかわらず常に最適化された周波数制御を行ってクロック再生が行えるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施の形態におけるクロック再生装置のブロック図である。

【図 2】この発明の実施の形態におけるクロック再生動作を示すフローチャートである。

【図 3】この発明の他の実施の形態におけるクロック再生装置のブロック図である。

【図 4】この発明の他の実施の形態におけるクロック再生動作を示すフローチャートである。

50 【図 5】この発明の他の実施の形態におけるクロック再生装置のブロック図である。

【図 6】この発明の他の実施の形態における周波数制御の例を説明する説明図である。

【図 7】この発明の他の実施の形態におけるクロック再生動作を示すフローチャートである。

【図 8】この発明の他の実施の形態におけるクロック再生動作を示すフローチャートである。

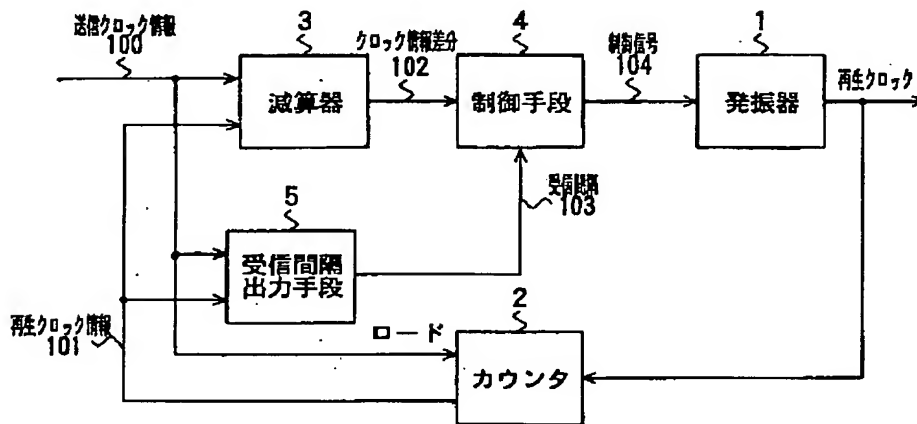
【図 9】この発明の他の実施の形態における周波数制御の例を説明する説明図である。

【図 10】従来のクロック再生装置のブロック図である。

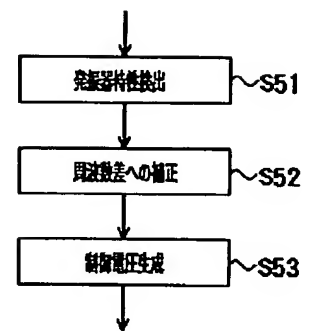
【符号の説明】

- 1 発振器
- 2 カウンタ
- 3 減算器
- 4 制御手段
- 5 受信間隔出力手段
- 6 検出手段
- 7 受信間隔設定手段
- 8 出力手段

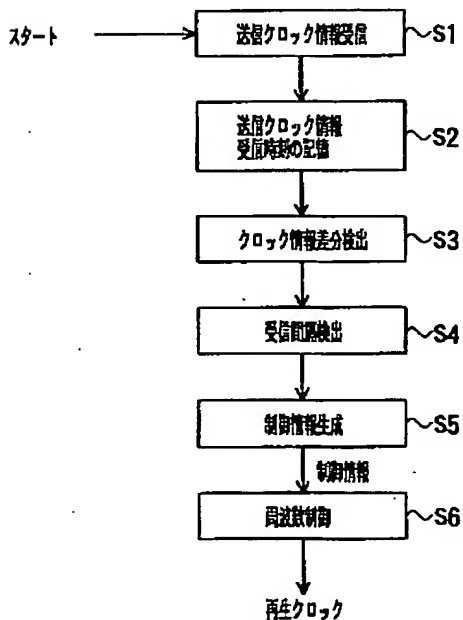
【図 1】



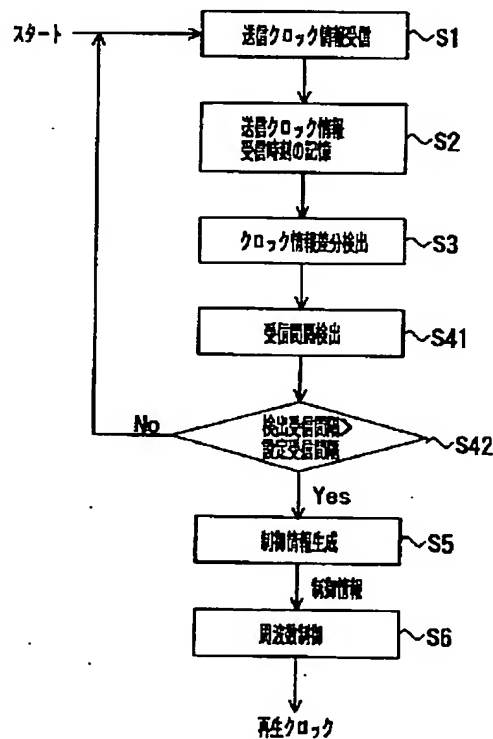
【図 8】



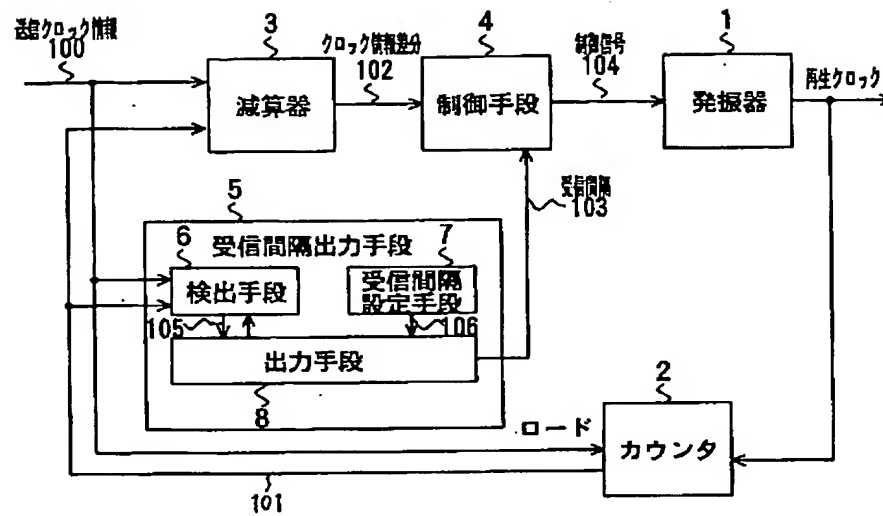
【図 2】



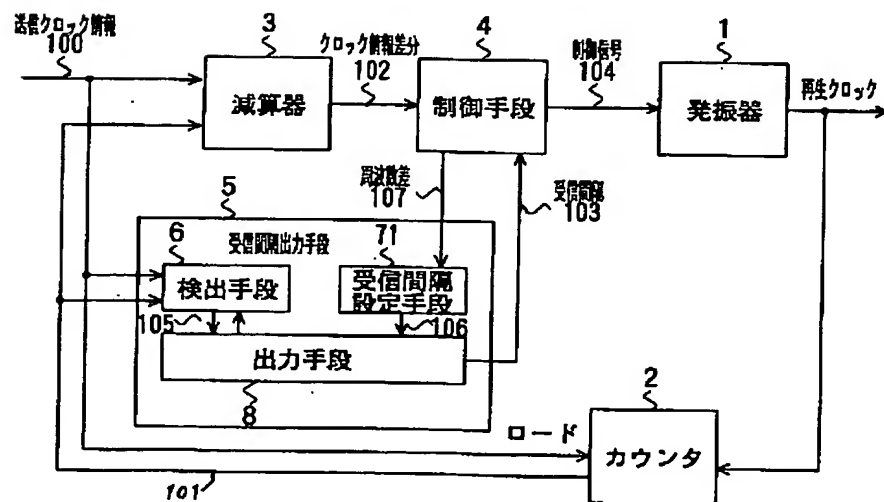
【図 4】



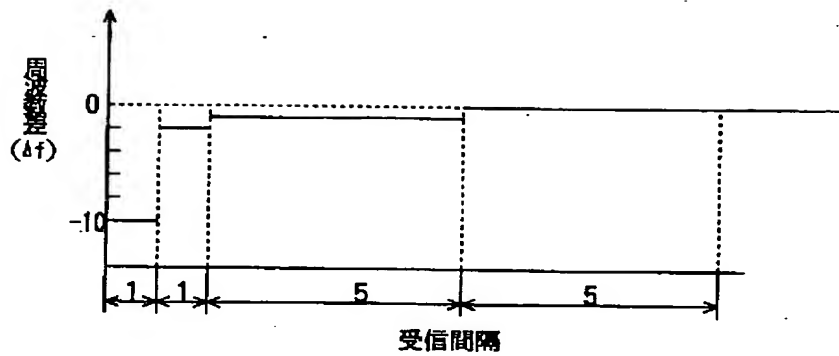
【図3】



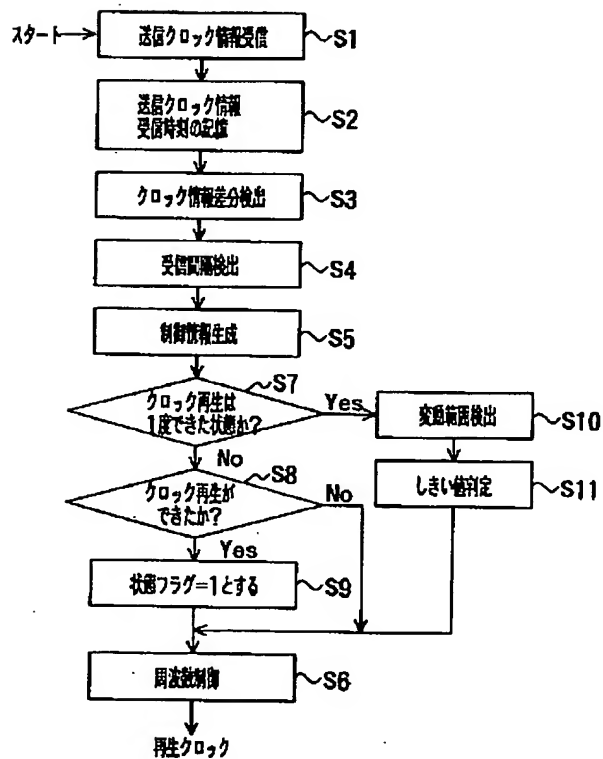
【図5】



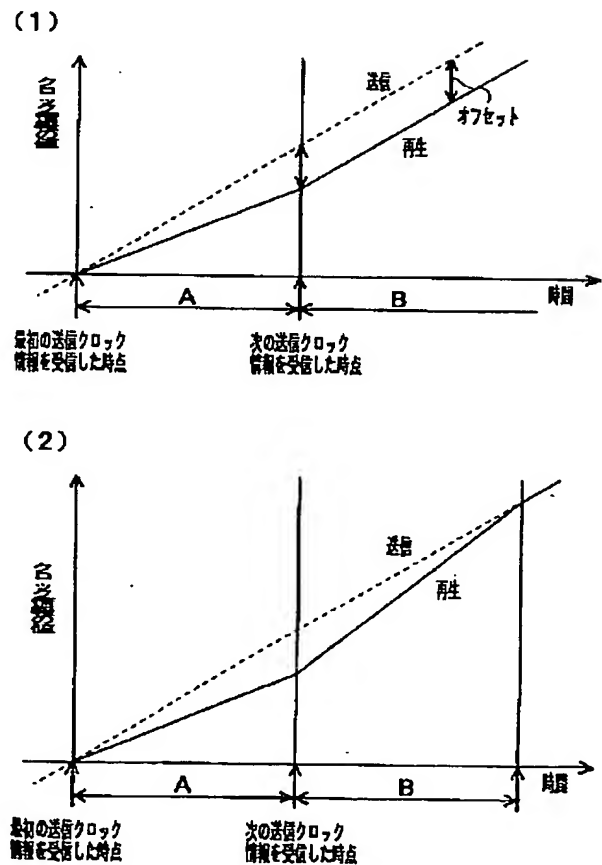
【図 6】



【図 7】



【図 9】



【図 10】

